

Aus der Augenklinik der Freien Universität Berlin
im Städt. Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. med. Hugo Gasteiger
und
dem Institut für Medizinische Statistik
Direktor: Professor Dr. Dr. med. K. Freudenberg

ÜBER DAS GESICHTSFELD VOR UND NACH KATARAKTOperationen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Felicitas Bahr, geb. Huber

aus Berlin

1965.

Aus der Augenklinik der Freien Universität Berlin
im Städt. Krankenhaus Westend
Direktor: Professor Dr. med. Hugo G a s t e i g e r
und
dem Institut für Medizinische Statistik
Direktor: Professor Dr.Dr.med. K. F r e u d e n b e r g

Über das Gesichtsfeld vor und nach Kataraktoperationen.

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Felicitas B a h r, geb. Huber
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Adalbert Loeschke
Referent: Professor Dr. med. Hugo Gasteiger
Korreferent: Professor Dr. Dr. med. Karl Freudenberg



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 5.10.1965

I.	Einleitung	S. 5
II.	Literaturübersicht	
	1) Geschichtliche Entwicklung	S. 7
	2) Moderne Perimetrie	S. 9
III.	Eigene Untersuchungsbefunde	
	1) Patienten	S. 14
	2) Versuchsanordnung und Methodik	S. 15
	3) Gesichtsfeld und Visus vor der Operation	S. 18
	4) Gesichtsfeld und Visus nach der Operation	S. 20
	5) Berechnung des Regressionskoeffizienten	S. 22
	6) Vergleich der Gesichtsfelder bei Aphakie kombiniert mit Glaukom, Diabetes mellitus und Myopie	S. 24
IV.	Die Korrektur der Aphakie und ihr Einfluß auf das Gesichtsfeld	S. 26
V.	Besprechung der Ergebnisse	S. 28
VI.	Zusammenfassung	S. 33
VII.	Literaturverzeichnis	S. 35

I. Einleitung

Am menschlichen Auge wird nach C o m b e r g und R a u - h u t (1940) eine Trias von drei wichtigen Sehfunktionen unterschieden:

1. Die zentrale Sehschärfe, der wertvollste Anteil.
2. Das Gesichtsfeld, dessen große diagnostische Bedeutung als erste Albrecht v. G r a e f e (1865) erkannte.
3. Der Lichtsinn.

Zum Nachweis der funktionstüchtigen Netzhaut, die man durch die getrübten Medien nicht mehr beurteilen kann, wird der Lichtsinn und die Projektion in vier Richtungen geprüft, was ja auch nur einer allerdings sehr vergrößerte Gesichtsfeldprüfung ist (L a u b e r). Je stärker die brechenden Medien getrübt sind, desto größerer Reize bedarf es, um die Funktion der Netzhaut nachzuweisen. Die Lichtprojektion ist jedoch allein durch eine Linsentrübung niemals beeinträchtigt.

Bei der Linsentrübung nimmt die zentrale Sehschärfe ständig ab und kann fast vollständig erlöschen. Wie verhält sich nun das Gesichtsfeld dazu? L a u b e r teilte 1939 zwei klinische Beobachtungen an Patienten mit, bei denen gleichzeitig ein Glaukom vorlag. Beim ersten Patienten bestand ein Visus von 6/18 bei randständig exkavierter Papille und Gesichtsfeldausfällen bis zu 11° an den Fixationspunkt mit Reizmarke 2/1200 (Kampimetrische Gesichtsfeldaufnahme). Postoperativ betrug die Sehschärfe 6/6 und die Gesichtsfeldausfälle waren bedeutend kleiner geworden bei gleichem Aussehen der Sehnervenscheibe. Auch sein zweiter Patient hatte eine temporal randständige Exkavation, Druckwerte zwischen 26 und 36 mmHg. Nach einer Cyclodialyse war der Druck mit Pilocarpin reguliert, aber infolge von Linsentrübung das Sehvermögen auf 6/24 abgesunken. Nach einer Kataraktoperation und einer dann erforderlichen Nachstar-discision stieg die Sehschärfe auf 6/6 an und die

Gesichtsfeldausfälle bildeten sich soweit zurück, wie sie vor der Cyclodialyseoperation bestanden hatten. In beiden beschriebenen Fällen war also diese Medien-trübung für eine Einschränkung des Gesichtsfeldes verantwortlich zu machen.

Die nächste Frage ist, wie verhält sich postoperativ der Visus zum Gesichtsfeld ? Hierbei muß bei einseitig Aphaken von der unkorrigierten Sehschärfe ausgegangen werden, da eine Versorgung mit einem Starglas bei vorheriger Normalsichtigkeit zu einer Größendifferenz der Netzhautbilder von ungefähr 30% führt (Hartinger). Deshalb stellte C o m b e r g (1937) die Frage: "Soll ein einseitig am grauen Star erkrankter Mensch operiert werden ?" Er bejahte sie auf Grund seiner Untersuchungen an einem einseitig Aphaken mit unkorrigierten Augen mit der Aubert'Blende, die folgende Werte ergab: bei 25° Exzentrizität gleich 30% des Normalen, bei 50° Exzentrizität 60 - 75% des Normalen.

1952 gewann die Frage erneut an Interesse als J u n g, J a e n s c h und M ü l l e r in der Begutachtung der einseitigen Linsenlosigkeit für eine M.d.E. von 20% stimmten, womit sie dieses Auge fast einem vollständig erblindeten gleichsetzten, daß mit einer M.d.E. von 25% eingestuft wird. M ü l l e r berief sich dabei auf Untersuchungen von H a r m s (1954) am Goldmann-Perimeter, die zeigen, daß die periphere Funktion in gleichem Maße herabgesetzt ist wie die zentrale. Dagegen erhoben G a s t e i g e r und Z u r N e d d e n sofort Einspruch, wobei G a s t e i g e r auf die Arbeiten von C o m b e r g, B a r t e l s und B r o e n d s t r u p hinwies, die beide die Ansicht von C o m b e r g teilen und Z u r N e d d e n eine Untersuchung von L i n n e n zitierte, der 84 unkorrigierte einseitig Aphake am Arbeitsplatz beobachtete und dabei beim binoku-

laren Gesichtsfeld nur eine geringe periphere Einschränkung feststellte, während das Verbinden des linsenlosen Auges zu erheblicher Unsicherheit führte. 1961 sah P a p e 156 Unfallakten durch und kam zu dem Ergebnis, daß $\frac{2}{3}$ der Facharbeiter und $\frac{3}{4}$ der Lehrlinge im alten Beruf geblieben sind; das entspricht dem Resultat, das bereits A x e n f e l d 60 Jahre vorher erzielt hatte.

1963 wiederholten P a p e und L o t t e r diese Erhebungen am Arbeitsplatz von 48 Patienten und konnten keinen echten sozialen Abstieg feststellen. Sie wiesen indessen auf Schwierigkeiten in der Umstellung auf die neue Situation bei älteren Patienten hin, für die bereits Z u r N e d d e n 1953 eine Übergangsrente von 20 - 25% für ein bis zwei Jahre befürwortet hatte.

Die Absicht dieser Arbeit ist es nun festzustellen, ob und welche Veränderungen es im Gesichtsfeld vor und nach Kataraktoperationen gibt.

II. Literaturübersicht.

1. Geschichtliche Entwicklung.

Schon aus der Zeit um 300 v.Ch. sind uns die ersten Nachrichten über einen Sehraum bekannt, den der Alexandriner Mathematiker E u k l i d so erklärte, daß vom Auge gerade Sehstrahlen ausgehen und diejenigen Gegenstände, die diese Strahlen treffen, sichtbar werden. P t o l o m ä u s (150 n.Ch.), gleichfalls aus Alexandria, nahm die ersten Messungen in horizontaler und vertikaler Richtung vor. P o r t a 1593 gab als erster eine Methode zur Aufnahme der Gesichtsfeldgrenzen kammernmetrisch auf einem Brett mit einem Fixationspunkt und verschiebbaren kleinen Steinchen an. K e p l e r (1604) stellte fest, daß das Gesichtsfeld beider Augen etwas mehr als eine Halbkugel umfaßt.

Großes Aufsehen erregte M a r i o t t e 1668 als er vor dem König von England den blinden Fleck nachweisen konnte. Thomas Y o u n g gab 1800 die genaue Ausdehnung des Gesichtsfeldes mit 50° nach oben, 70° nach unten, 60° nach innen und 90° nach außen an, sowie die Abnahme der Sehschärfe vom Zentrum zur Peripherie. Das erste Farbengesichtsfeld machte P u r k i n j e 30 Jahre später, er stellte auch als erster die periphere Farbenblindheit der Netzhaut fest.

Ein großer Verdienst gebührt Albrecht v. G r a e f e, der 1856 seine Arbeit: "Über die Untersuchung des Gesichtsfeldes bei amblyopischen Affektionen" veröffentlichte, die große diagnostische Bedeutung dieser Untersuchung bei der homonymen, bitemporalen und binasalen Hemianopsie, der Vergrößerung des blinden Flecks, des Zentralskotoms, der konzentrischen Gesichtsfeldeinschränkung, relativen und absoluten Skotome erkannte und die systematische Gesichtsfelduntersuchung der Augenkranken einführte.

Daraufhin wurde nun auch von F ö r s t e r und A u b e r t der erste Apparat entwickelt. Dieser besteht aus einem Halbkreisbogen, der um eine Achse drehbar ist und auch heute noch mit Erfolg verwendet wird. B j e r r u m führte das Kampimeter für zentrale und parazentrale Skotome ein. F e r r e e und R a n d forderten gleiche Versuchsbedingungen und gaben einen Index zur Messung des Gesichtsfeldes; entweder durch Planimetrie oder Addierung der Ausdehnungsgrade mehrerer Meridiane und Division durch die gleiche Anzahl der Meridiane. Sie stellten fest, daß eine Anzahl von Bedingungen das Gesichtsfeld beeinflussen, dazu gehören Größe der Reizobjekte, Beschaffenheit des Augenhintergrundes, die Adaptation des Auges, die Intensität der Beleuchtung, die Dauer des Reizes, die Sättigung der Farbe. Weiter kamen sie zu dem Ergebnis, daß die Gesichtsfelder Myoper etwas enger sind, als die Emmetroper und Hyperoper, in der Jugend weiter als im Alter. Es wurde schließlich

vom internationalen Kongreß in Amsterdam eine Kommission beauftragt, Vorschläge zur Standardisierung der Perimetrie auszuarbeiten.

2. Moderne Perimetrie.

In der modernen Perimetrie kann das Gesichtsfeld als derjenige Teil des auf eine Fläche projizierten Raumes definiert werden, der bei ruhig gehaltenem Blick gleichzeitig überschaut wird (L a u b e r).

Als Mitte des Gesichtsfeldes dient der Fixationspunkt, der normalerweise der Fovea centralis entspricht. Eine durch diesen Punkt verlaufende Senkrechte teilt das Gesichtsfeld in zwei ungleiche Hälften, die sowohl an Ausdehnung als auch an Funktion verschieden sind. Die nasale, kleinere Hälfte deckt sich normalerweise mit einem Teil des temporalen Gesichtsfeldes des anderen Auges. Die größere temporale Hälfte deckt sich in ihrem zentralen Teile mit der nasalen Gesichtsfeldhälfte des anderen Auges, während der Rest, der "temporale Halbmond", nur einäugige Eindrücke vermittelt. Mit der Entfernung der sichtbaren Gegenstände vom Blickpunkt nimmt das Bild der Gegenstände an Deutlichkeit und Farbigkeit ab, es wird matter und farbenschwächer. Diese Erscheinung steigert sich in den Randteilen des Gesichtsfeldes soweit, daß wir sie nur noch ahnen oder mitunter erst bei Bewegungen erkennen. Alle Reizmarken werden in der Peripherie kinetisch geboten bei geringerer Leuchtdichte wahrgenommen als stehend. Für das Zentrum ist umgekehrtes Verhalten nachgewiesen (F r a n k h a u s e r, S c h m i d t).

Das Verfahren, das bei der Untersuchung des extramakulären Sehens hauptsächlich angewendet wird, ist die Untersuchung der Erkennungsfähigkeit der Netzhautteile für Gegenstände von abgestufter Größe auf einem Hintergrund mit einem bestimmten Helligkeitskontrast.

Führt man das Reizobjekt in verschiedenen Meridianen von der Peripherie senkrecht auf die Makula zu, so ergeben sich, da die Empfindlichkeit des hell adaptierten Auges gleichmässig mit Annäherung auf die Makula wächst (G r a f f), in allen Meridianen Wahrnehmungspunkte. Verbindet man diese Punkte miteinander, so erhält man eine Linie, die als "Isoptere" bezeichnet wird.

Die Außengrenzen des Gesichtsfeldes sind anatomisch bedingt z.T. durch die Außengrenzen der funktionsfähigen Netzhaut, z.T. durch die anatomische Beschaffenheit der Umgebung des Auges, das sind oberer Augenhöhlenrand mit Augenbrauen, Nasenrücken usw. Dabei spielen Besonderheiten, wie Ptosis, sehr tief liegende Augen oder sehr große Nase eine Rolle.

D o n d e r s untersuchte 1877 die Beziehung des Gesichtsfeldes zur Netzhaut. Er fand heraus, daß die Netzhaut auf der Temporalseite in einer Ausdehnung von ungefähr 4 mm von der Ora serrata gerechnet, unempfindlich ist. Von der Makula nach der Peripherie zu nimmt die Retina allmählich an Dicke ab, bedingt durch eine Abnahme der einzelnen Schichten. An der Ora selbst verdünnt sie sich sehr rasch zu einer einfachen Zellschicht. Bei älteren Personen entstehen hier Lücken und Spalten, die untereinander zusammenhängen. Sie sind mit einer serösen Flüssigkeit gefüllt und können zu einer erheblichen Netzhautatrophie an den betreffenden Stellen führen. Diesen Befund bestätigte R o h e n 1962 durch seine Untersuchungen und zahlreiche Autoren aus der Zwischenzeit. Systematische Vergleiche von Häutchenpräparaten und histologischen Schnitten brachten Z o l l i n g e r 1943 zu dem Schluß, daß im Bereich der Zysten die kapillaren und postkapillaren Venen der unterlagernden Aderhaut weitgehend verödet sind. Dabei war vor allem die Adventitia der Gefäße betroffen, deshalb nannte er

diesen Zustand "Perisklerose". Diese Veränderungen der peripheren Netzhaut treten praktisch erst nach dem 40. Lebensjahr auf (O k u n, F r a n c o i s, R a b a e y, V e l l a s q u e s, T e n g und K a t z i n). K o r n z w e i g fand in der Altersgruppe von 60 - 94 Jahren unter 125 Augen 101 mit zystischen Veränderungen, B u r n (1958) bei Patienten über 50 Jahren 50%.

Als wahrscheinliche Ursache der peripheren Retinazysten nimmt R o h e n vasculäre Prozesse an, die auch die Altersabhängigkeit erklären können und eine funktionelle Einbuße der peripheren Netzhautanteile im Alter zur Folge haben.

Als weiterer Faktor, der die Größe des Gesichtsfeldes beeinflusst, gilt die Größe der Pupille. Bei weiten Pupillen soll das Gesichtsfeld größer sein als bei engen (L a u b e r), wo hingegen B a i r der Ansicht ist, daß die Pupillenweite vernachlässigt werden kann.

Ein wesentlicher Punkt ist die Durchlässigkeit der Medien. C o m b e r g und R a u h u t untersuchten 1940 einen Fall von Cataracta matura brunescens bei gleichzeitiger Hornhauttrübung. Praeoperativ bestand eine Herabsetzung des Lichtsinns auf 1/4 der Norm, bei der Entlassung nach der Kataraktoperation war der Lichtsinn normal rechts gleich links. Damit war bewiesen, daß die Hornhauttrübung keine zusätzliche Lichtsinneinschränkung machte. Der grau-bräunliche Linsenkern wurde im physiologischen Institut auf seine Lichtabsorption untersucht; mit Fotozellen kam C o m b e r g auf einen Absorptionswert von 66,5 %, mit dem Pulfrich-Fotometer (ohne Filter) auf 68,5 %. Eine Gesichtsfeldkontrolle wurde bei diesem Patienten allerdings nicht vorgenommen.

Die Lichtsinnperimetrie ist die Feststellung einer Unterschiedsschwelle, wobei man nicht zu einem gegebenen

Ort der Netzhaut die Unterschiedsschwelle sucht (wie bei der Prüfung des Lichtsinns), sondern zu einer gegebenen Unterschiedsschwelle die Netzhautpartie, für die sie eben merkbar wird (G o l d m a n n).

Sehr wichtig ist es nun, ob im Hellen oder bei herabgesetzter Beleuchtung untersucht wird, darauf machte schon v. G r a e f e 1856 aufmerksam. Eine zu helle Umgebung kann zu einem begrenzten zentralen bzw. parazentralen Ringskotom führen, da die Fovea noch zu stark reagiert (B a i r). Die Verhältnisse bei herabgesetzter Beleuchtung haben S t a r g a r d 1910, L a u b e r 1928, M e l a n o w s k i 1935, R o l l 1937 und B a i r 1940 untersucht. Letzterer stellte einen Mittelwert der Adaption von 0,1 asb fest, an dem Zapfen gleich Stäbchenfunktion ist (asb = APOSTILB = Leuchtdichteinheit; die senkrecht zurück gestrahlte Leuchtdichte).

Neben diesen auf das Auge wirkenden Faktoren sind indessen auch Veränderungen des Gesichtsfeldes bei Einwirkung verschiedener Bedingungen auf den ganzen Organismus zu beobachten. G o l d m a n n und S c h u b e r t haben bei Untersuchungen mit Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes der Einatemungsluft bis zu 7,5 % bzw. Herabsetzung des Luftdruckes in der Unterdruckkammer entsprechend einer Höhenlage von 6000 m Einschränkungen der nasal oberen Anteile erhalten, die sie auf eine Mangeldurchblutung der temporalen Netzhautanteile zurückführten.

K y r i e l e i s, W. und A. und S i e g e r t haben diese Versuche 1935 wiederholt und keine Ausfälle erhalten, die die Fehlergrenze von 1 - 3° überschritten hätten. Sie führten die Ergebnisse von G o l d m a n n und S c h u b e r t auf eine Abnahme der Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit der Versuchspersonen zurück.

P o n z o hat 1926 verschiedene Aufmerksamkeits-typen psychologisch gegliedert in a) torpide Aufmerksamkeit mit starker Konzentration auf den Fixierpunkt und zu spätes Erfassen des von der Peripherie herankommenden Objekties und b) erhöhte Verteilbarkeit der Aufmerksamkeit, wobei die Objekte schon frühzeitig erkannt werden.

G u r v i c hat 1928 verschiedene Intelligenzgruppen beim Gesichtsfeld für rot unterschieden, wobei Bauern das größte Gesichtsfeld angaben, während Ärzte am kritischsten waren und das kleinste Gesichtsfeld hatten.

P e t r o n i o verglich 1940 Lichtreizschwelle und Gesichtsfeld bei ermüdeten Personen und stellte eine Empfindlichkeitssteigerung und eine Vergrößerung des Farbgesichtsfeldes fest, wie auch vorher bereits C a r m i 1925 auf dem Monte Rosa (in 2871 m Höhe) bei ermüdeten Bergsteigern.

Ganz allgemein ist demnach wohl R ö n n e zuzustimmen, der vor einer Überschätzung der Genauigkeit warnte, da es sich bei der Perimetrie um eine subjektive Untersuchungsmethode handelt. Von großem Wert ist sie jedoch als Vergleichsmethode bei gleichen Patienten, wenn es gelingt, ununterbrochen die Aufmerksamkeit zu fesseln, möglichst schnell am Normalen vorzuzukommen, das Pathologische zu finden und die Untersuchung dort zu konzentrieren.

Schließlich wäre noch kurz auf das Gesichtsfeld bei Refraktionsanomalien einzugehen. I a u b e r ist der Ansicht, daß zwischen Hyperopen und Emmetropen kein Unterschied besteht, wie von einigen Autoren angegeben wurde; dagegen gaben F e r r e e, R a n d und M o n r o e eine Verkleinerung bei Myopie an.

Als gegen Ende des 19. Jahrhunderts die operative Beseitigung der durchsichtigen Linse bei hochgradiger

Kurzsichtigkeit geübt und viel diskutiert wurde, stellte man auch Vergleiche der Gesichtsfelder vor und nach der Operation an. So berichten W e i s s, O t t o, P f l ü g e r, G e l p k e und B i h l e r übereinstimmend von einer hochgradigen Einengung vor der Operation bis auf $30 - 40^{\circ}$. Es wurden Patienten mit Myopie ab - 10,0 Dioptrien operiert. In den meisten Fällen war, bei gut gelungener Operation, postoperativ eine erhebliche Sehverbesserung und Erweiterung des Gesichtsfeldes zu verzeichnen.

III. Eigene Untersuchungsbefunde.

1. Patienten.

In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der Gesichtsfelduntersuchungen vor und nach Kataraktoperationen an 100 Augen von Patienten der Augenklinik der Freien Universität Berlin im Städtischen Krankenhaus Westend (Direktor Professor Dr. H. G a s t e i g e r), die in der Zeit von April 1959 bis Mai 1960 vorgenommen wurden, mitgeteilt. Bei 9 Patienten wurden die Kataraktextraktionen bzw. Gesichtsfelduntersuchungen an beiden Augen ausgeführt: sie wurden in der Aufstellung als Fall natürlich zweimal gezählt.

Die 100 Patienten teilen sich in je eine Gruppe von 39 Männern und 61 Frauen auf. Das Durchschnittsalter der Männer betrug 66,6 Jahre, wobei der Älteste 86 und der Jüngste 29 Jahre alt war. Das Durchschnittsalter der Frauen zur Zeit der Operation war 72,7 Jahre, die Älteste war 92, die Jüngste 53 Jahre alt.

In 12 Fällen lag gleichzeitig ein Diabetes mellitus, zehnmal ein Glaukom, einmal eine Tabes dorsalis und zweimal eine Amblyopie vor.

Nur zweimal bestand indessen eine Cataracta diabe-

tica, zweimal eine Cataracta traumatica nach perforierender Verletzung und einmal eine Cataracta complicata nach Iritis. Die übrigen 95 Fälle setzen sich aus Cataracta senilis progrediens bis matura zusammen.

Nach internistischer Untersuchung und nötigenfalls Vorbehandlung, guter Einstellung von Diabetes und Glaukom, wurde vom Internisten die Operationserlaubnis erteilt.

2. Versuchsanordnung und Methodik.

a) Apparat.

Zur Untersuchung des Gesichtsfeldes benutzten wir das Projektions-Kugelperimeter nach G o l d m a n n. Der Patient sieht dabei in eine Halbkugel auf einen gekennzeichneten Mittelpunkt. Der Kopf ist 30 cm von diesem entfernt durch einen beweglichen Halter befestigt; das nicht zu untersuchende Auge ist abgedeckt. Die Innenfläche der Schale wird gleichmäßig ausgeleuchtet, bei uns ist sie auf eine Grundleuchtdichte von 3,5 asb eingestellt. Durch ein Fotometer wird der Kontrast zwischen Grund- und Markenhelligkeit eingestellt. Der Untersucher sitzt dem Patienten gegenüber hinter der Schale und kontrolliert durch ein Fernrohr das genau zentrierte Patientenauge. Gleichzeitig führt er einen Zeiger in acht Meridianen des Gesichtsfeldschemas senkrecht auf den Mittelpunkt zu und bewegt damit einen Projektor, der eine Leuchtmarke im Inneren der Schale entwirft. Diese Testmarke ist nach Größe und Leuchtdichte genau einzustellen und zu registrieren. Sie bewegt sich in der gleichen Richtung und Geschwindigkeit wie außen der Zeiger, der auf dem Schema geführt wird. Sobald der Patient die Testmarke bemerkt, ohne sein Auge vom Fixationspunkt zu lassen, wird das auf dem Schema markiert. So erhält man, wenn man die acht Markierungspunkt für eine be-

stimmt Testmarke verbindet, ein jederzeit reproduzierbares Gesichtsfeld.

Wichtige Voraussetzungen dazu sind:

1. Die entsprechende Adaption, die praktisch nach 10' erreicht ist (G o l d m a n n). In dieser Zeit wird der Kopf befestigt, das Auge zentriert und der Patient über den Untersuchungsgang aufgeklärt.

2. Die Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts in das Gesichtsfeld hinein.

G o l d m a n n gab als optimale Geschwindigkeit $5^{\circ}/\text{sec.}$ an. Nach F r a n k h a u s e r und S c h m i d t werden alle Reizmarken in der Peripherie, kinetisch geboten, bei geringerer Leuchtdichte wahrgenommen als stehend, während für das Zentrum umgekehrtes Verhalten nachgewiesen wurde.

3. Sehr wichtig ist die Registrierung der Größe der Testmarke und das Verhältnis von Fleckhelligkeit zu Umfeldleuchtdichte $\Delta I/I$. Die Größe des Gesichtsfeldes ist gegen Änderungen von $\Delta I/I$ sehr, gegen Änderungen der absoluten Größe von ΔI und I bei gleichbleibendem Verhältnis hingegen wenig empfindlich (G o l d m a n n).

4. Die Abstandsänderung des Auges von der Perimeterfläche als Kugel macht sich bis zu 5% (d.h. 1,5 cm auf 30 cm) kaum bemerkbar (G o l d m a n n).

5. Die Pupillenweite unserer Patienten lag z.Zt. der Untersuchung zwischen 3 und 5 mm.

b) Auswertung und Vergleich der Gesichtsfelder.

G o l d m a n n stellte 1946 fest, daß man mit dem 4 mal größeren Objekt gleiche Isopteren erhält, wenn man den Kontrast des Objektes ($\Delta I/I$) auf das 0,31fache herabsetzt. Dieses Gesetz gilt für Objekte von $0,25 \text{ mm}^2$ bis zu 10 mm^2 bei 30 cm Abstand. Dadurch ist es möglich, Testmarken verschiedener Intensität auf eine relative

Intensität von 1,00 = Nr. 4 in unserem Schema zu beziehen, so daß sich nur noch Gesichtsfelder verschiedener Objektgröße und gleicher Intensität von 1,0 gegenüberstehen.

Beim Goldmann Perimeter liegen folgende Verhältnisse vor:

Objektgröße		Nr.	Relat. Intens.		Nr.	Relat. Intens.			
Nr.	mm ²		1	0,0315		4	3	2	1
0	1/16		2	0,100	Objektgröße	0	'		
I	1/4		3	0,315		I	-	'	
II	1		4	1,00		II	+	-	'
III	4					III	o	+	-
IV	16					IV		o	+
V	64					V			o

Dabei bedeuten gleiche Zeichen gleiche Isopteren, d.h. das Gesichtsfeld mit dem Zeichen - ist mit der Reizmarke I/4 gleich dem Gesichtsfeld mit der Reizmarke II/ 3, III/ 2, IV/1 usw.

Zur Messung des Gesichtsfelds machten F e r r e e, R a n d und M o n r o e 1926 den Vorschlag, die Ausdehnungsgrade in mehreren Meridianen zu addieren und dann durch die gleiche Anzahl zu dividieren. Ein anderes Schema wurde von K a s a s s und S c h a f f r a n angegeben mit 24 Meridianen und 9 Parallelkreisen; das ergibt 216 sphärische Rechtecke. Durch Zusammenzählung der im Gesichtsfeld enthaltenen Rechtecke erhält man dann einen Anhaltspunkt für seine Ausdehnung. Am genauesten ist natürlich die planimetrische Ausmessung der einzelnen Gesichtsfeldgrenzen, das betonten sowohl F e r r e e, R a n d, M o n r o e sowie L a u b e r. Aus diesen Grunde wurde diese Methode auch von uns benutzt. Dazu soll folgende Erklärung dienen:

1. Eine Fläche, die ein Teil einer Kugeloberfläche ist, kann man durch folgende Gleichung berechnen:

$$A \text{ (gesuchte Fläche)} = 2 r h$$

r = Radius der Kugel. ϑ ist der Winkel zwischen dem Fixationspunkt des Perimeters (Ende der optischen Achse) und einer Marke, deren Entfernung vom Fixationspunkt die durchschnittliche aller gleichen Reizmarken ist.

h = Pfeilhöhe, wobei

$$h = r - r \cos. \vartheta = r (1 - \cos. \vartheta), \text{ also}$$

$$A = 2 \pi r^2 (1 - \cos. \vartheta)$$

2. Unter Raumwinkel ω versteht man die räumliche Winkelöffnung eines Kegels, der auf einer mit der Kegelspitze konzentrischen Kugel mit dem Radius 1 m eine Fläche von 1 m² ausschneidet. Also $\omega = \frac{A}{r^2}$, wobei ω in "Steradian" gemessen ist.

3. Setzen wir die Gleichung für A ein, so erhalten wir:

$$\omega = \frac{2 \pi r^2 (1 - \cos. \vartheta)}{r^2} = 2 \pi (1 - \cos. \vartheta)$$

4. Wählt man $\vartheta = 90^\circ$, daher $\omega = 2 \pi$, so wird die gesuchte Fläche so ausgedrückt, daß man den tatsächlichen Wert A noch mit einer Konstanten k multipliziert, die man nach der Größe des Papiers wählt. In dem Falle $\vartheta = 90^\circ$ entspricht das dem Radius unseres Gesichtsfeldschemas. Die Außengrenzen sowie Begrenzungen der Gesichtsfelder mit kleineren Marken werden dann auf Raumwinkelpapier übertragen und mit dem Planimeter gemessen.

3. Gesichtsfeld und Visus vor der Operation.

Die Operationsindikation ist abhängig vom Visus der Patienten; in unserem Falle reichte er von 5/15 bis zu Licht + und Projektion +. In Tabelle I haben wir zum Vergleich die Anzahl der Augen mit praeop. Visus und Gesichtsfeld auf der linken zum postop. Visus und Gesichtsfeld auf der rechten Hälfte zusammengestellt.

Tabelle I

Vergleich des Visus mit dem Gesichtsfeld.

p r a e o p e r a t i v							p o s t o p e r a t i v						
Zahl der Augen mit Reizmarkengröße des Gesichtsfeldes.							Reizmarkengröße des Gesichtsfeldes.						
Visus	0	V	IV	III	II	I	zusammen	V	IV	III	II	I	zusammen
I+P+	3	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
HB	20	2	1	2	-	1	26	-	-	-	-	-	-
PZ	1	1	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
< 1/50	-	-	-	5	-	1	6	-	-	-	-	-	-
1/50	1	3	-	2	1	-	7	-	-	-	-	-	-
1/35	-	1	1	4	5	1	12	-	-	2	-	-	2
1/25	-	-	-	-	2	-	3	-	-	-	3	-	3
1/20	-	1	-	-	3	1	5	-	-	-	1	-	2
1/15	-	1	1	4	3	5	14	-	-	1	1	-	2
1/10	-	-	-	2	2	2	4	-	1	-	-	-	1
1/7	-	-	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-
5/50	-	-	-	1	-	1	2	-	-	-	-	2	2
5/35	-	-	-	-	3	2	5	-	-	4	3	1	8
5/25	-	1	-	-	1	1	3	1	-	2	3	-	5
5/20	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	6	13
5/15	1	-	-	-	-	1	3	-	-	4	6	3	15
5/10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	10	8	21
5/7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13	10	25
5/5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	11
5/4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
zus.	27	11	4	20	19	19	100	1	1	20	47	31	100

Zeichenerklärung: I+P+ = Licht-, Projektion+

HB = Handbewegungen vor den Augen

PZ = Fingerzählen vor den Augen.

0 = keine Gesichtsfeldangaben.

V = 64 mm²

IV = 16 "

III = 4 "

II = 1 "

I = 1/4 "

Dabei bedeutet Anzahl der Augen gleichzeitig die Prozentzahl, da 100 Augen untersucht wurden.

Keine Gesichtsfeldangaben (Spalte 0 in der Tabelle) machten vorwiegend Patienten mit einem Visus von Licht +, Projektion + (L + P +) und Handbewegungen vor den Augen (H B). Die nächsten Spalten V bis I entsprechen den Marken am Goldmann-Perimeter, mit denen gerade noch ein Gesichtsfeld aufgenommen werden konnte. 27 % also machten praeoperativ keine Gesichtsfeldangaben. An 73 Augen wurde ein Gesichtsfeld mit der größten Marke V, an 62 Augen auch noch zusätzlich mit der Marke IV - I aufgenommen.

4. Gesichtsfeld und Visus nach der Operation.

Durchschnittlich 18 Tage nach der Operation wurden die Visus- und Gesichtsfeldergebnisse erzielt, die unseren Tabellen zugrunde liegen. Dabei muß bemerkt werden, daß in dieser Zeit noch ein stärkerer Wundastigmatismus besteht, der nicht völlig ausgeglichen werden kann und die Sehschärfe noch etwas beeinträchtigt; weiterhin ein geringer intraocularer Reizzustand, der sich in positivem Tyndallphänomen und einigen Zellen in der Vorderkammer äußert.

Wie aus der Tabelle I zu entnehmen ist, lag der häufigste Wert des Sehvermögens mit 26 % bei der Aufnahme bei HB, nach der Operation mit 25 % bei 5/7. In 71 % wurde ein sehr guter bis zufriedenstellender Visus von 5/4 bis 5/15 erzielt. Im Vergleich dazu konnten praeoperativ 27 % der Patienten überhaupt kein Gesichtsfeld angeben und 15 % nur ein Gesichtsfeld mit den größten Marken V/4 bzw. IV/4. Ein Zentralskotom konnten wir niemals feststellen. Die beiden traumatischen Katarakte nahmen wir an dieser Stelle aus den Berechnungen heraus, da beide Katarakte extrakapsulär entbunden wurden.

Es trat eine Einblutung, Nachstar und ein stärkerer Reizzustand postoperativ auf, die Gesichtsfelder waren mit den Werten $\omega_{V/4}=1,8$ und $\omega_{V/4}=2,4$ deutlich eingeschränkt und hätten das Gesamtergebnis verfälscht. Der Vergleich von $\omega_{V/4}$ praeop. zu $\omega_{V/4}$ postop. ergibt für die 37 Männer:

$\bar{I}_1 M.$	$= + 0,743$	$\bar{\omega}_{V/4 \text{ postop.}}$	$= 2,795$
$s^2 (I_1)$	$= 1,638$	$s^2 \omega$	$= 0,127$
$s (I_1) M.$	$= 1,28$	$s \omega$	$= 0,36$

Das wäre also eine Verbesserung der Gesichtsfeldaußengrenzen in ω von 0,74 mit einer mittleren quadratischen Abweichung von $s = 1,28$.

Für die 61 Frauen:

$\bar{I}_1 F.$	$= + 0,723$	$\bar{\omega}_{V/4 \text{ postop.}}$	$= 2,574$
$s^2 (I_1)$	$= 1,754$	$s^2 \omega$	$= 0,175$
$s (I_1)$	$= 1,32$	$s \omega$	$= 0,42$

Die Gesichtsfelderweiterung in ω bei den 61 Frauen ist 0,72 mit $s = 1,32$.

Die Differenz $\Delta (I_1) M.-F. = + 0,020$.

$$s \Delta = \sqrt{\frac{1,638}{37} + \frac{1,754}{61}} = 0,27$$

Die Differenz von 0,02 von Männern zu Frauen ist so gering, daß man die 98 Augen zusammen weiteruntersuchen kann. Die Differenz vom prae- zum postop.Gesichtsfeld für 98 Augen:

$\bar{I}_1$	$= + 0,731$	$\bar{\omega}_{V/4 \text{ postop.}}$	$= 2,657$
$s^2 (I_1)$	$= 1,710$	$s^2 \omega$	$= 0,171$
$s (I_1)$	$= 1,31$	$s \omega$	$= 0,41$

Für die 98 Augen ergibt sich damit eine Zunahme um durchschnittlich 0,73 mit $s = 1,31$. Das Verhältnis der Differenz gegen 0 zu ihrem mittleren Fehler ist dann

$$t = \frac{0,73}{0,132} = 5,5, \text{ da der mittlere Fehler des Durchschnitts}$$

$$\frac{1,31}{\sqrt{98}} = 0,132 \text{ ist;}$$

daß durchschnittlich eine Verbesserung eintritt, ist somit völlig signifikant, also gegen den Zufall kleiner Zahlen gesichert. Das Verhältnis des Durchschnitts zur mittleren Abweichung mit 0,56 bedeutet, unter der Voraussetzung einer Normalverteilung mittels Auswertung des Wahrscheinlichkeitsintegrals, daß erwartungsmäßig in 71 % Verbesserungen und in 29 % Verschlechterungen auftreten.

Die postoperativen Durchschnittswerte der Männer $\bar{x}_M = 2,795$ und die der Frauen $\bar{x}_F = 2,574$ ergeben eine Differenz $\Delta = 0,221$.

$$s_{\Delta} = \sqrt{\frac{0,1269}{37} + \frac{0,1749}{61}} = 0,079$$

$$t = \frac{0,221}{0,079} = 2,80$$

Der postoperative Durchschnittswert der 98 Augen zusammen beträgt 2,7 ($s = 0,41$).

7. Der Regressionskoeffizient zwischen Alter u. ω postop.

Das Durchschnittsalter unserer Patienten, deren Einzelalter zwischen 29 und 92 Jahren lagen, betrug $\bar{x} = 70,67$ Jahre. Es wäre nun interessant zu erfahren, ob die Lichtunterschiedsempfindlichkeit in den peripheren Netzhautantei-

len altersabhängig ist. Zu diesem Zwecke wird der Korrelationskoeffizient r_{xy} zwischen den beiden verglichenen Reihen berechnet und insbesondere der Regressionskoeffizient b_{yx} . Unter der Fiktion, daß y eine lineare Funktion von x sei, bedeutet b_{yx} den Tangens des Neigungswinkels dieser Funktion gegen die Abzissenachse, gibt also an, um wieviel Einheiten y durchschnittlich zunimmt (bzw. bei negativen Vorzeichen von b abnimmt) wenn x sich um eine Einheit erhöht.

$$\bar{x} = 70,673 \quad (x = \text{Alter in Lebensjahren})$$

$$\bar{y} = 2,657 \quad (y = \text{Wert } \omega_{V/4} \text{ postop.})$$

$$s_x^2 = 104,0981$$

$$s_x = 10,203 \quad (\text{mittl. quadr. Abweichung der Lebensjahre})$$

$$s_y^2 = 0,1706$$

$$s_y = 0,413 \quad (\quad " \quad " \quad " \quad \omega_{V/4} \text{ postop.})$$

von $\bar{x}' = 70$ Jahre ausgehend:

$$\sum xy = + 79,0$$

$$s_{xy} = - 0,9820$$

$$b_{yx} = - 0,00943$$

$$r_{xy} = - 0,233$$

$$s_b = \pm 0,0040$$

Betrachtet man daher y in der erwähnten Weise als lineare Funktion von x , so bedeutet Y die Werte, die auf der, mittels des Regressionskoeffizienten (nach der Methode der kleinsten Quadratsumme) erhaltenen Geraden liegen würden. Diese Werte von Y erhält man für jeden Wert von x mittels der Regressionsgleichung, und diese lautet im vorliegenden Falle:

$$Y = 2,657 - 0,0094 (x - 70,673)$$

$$Y = 3,323 - 0,0094 x$$

Für die beiden Alter, die den hauptsächlich in Betracht kommenden Altersbereich begrenzen, als Beispiel ergibt

sich:

x	Y
60	2,757
80	2,569

Der Regressionskoeffizient ist also $b_{yx} = -0,0094$. Sein mittlerer Fehler s_b beträgt $\pm 0,0040$. Entscheidend in dieser Berechnung ist $t = \frac{b}{s_b} = 2,37$. t ist das Verhältnis der Differenz zu ihrem mittleren Fehler. Die Differenz, um die es sich bei der vorliegenden Betrachtungsweise handelt, ist die zwischen dem gefundenen Werte von b_{yx} und dem Werte 0; anders ausgedrückt heißt dies also, daß es sich um das Vorzeichen von b_{yx} handelt, und dessen Signifikanz geprüft werden soll.

Je größer t ist, desto gesicherter ist die Differenz. Ist der Wert von t z.B. 1,0, so besteht eine Wahrscheinlichkeit von 15,9 % dafür, daß bei großer, theoretisch bis ins Unendliche reichender Zahl der Beobachtungen das gefundene Vorzeichen verschwindet oder ins Gegenteil umschlägt. Ist $t=2,0$, so beträgt die Wahrscheinlichkeit nur noch 2,3 %, bei $t = 3,0$ ist sie 0,135 %. Deshalb ist es hier üblich $t < 2$ als nicht signifikant, t zwischen 2 und 3 als wahrscheinlich signifikant und $t > 3$ als sicher signifikant zu bezeichnen. t ist in diesem Falle 2,37, also wahrscheinlich signifikant und $P = 0,009$; oder anders gesagt, es besteht nur 0,9 % Wahrscheinlichkeit, daß das Vorzeichen durch Zufall entstanden ist.

8. Vergleiche der Gesichtsfelder bei Aphakie kombiniert mit Glaukom, Diabetes mellitus und Myopie.

Zu diesem Zweck haben wir die 98 Augen in 4 Gruppen eingeteilt:

- Gruppe A = Aphakie mit Glaukom (10 Augen),
- Gruppe B = " " Diabetes (12 Augen),
- Gruppe C = " " Myopie (14 Augen),
- Gruppe D = übrige aphake Augen (64).

Davon wurde 1 Patient, der an beiden Augen untersucht worden war und einen Diabetes, sowie ein Glaukom beiderseits hatte, sowohl in Gruppe A, als auch in Gruppe B geführt, da nicht sicher zu entscheiden war, auf welche Erkrankung seine Gesichtsfeldeinschränkungen zurückzuführen waren.

Gruppe A (Glaukom):

$$I_1 = + 0,51$$

$$s^2(I_1) = 1,629$$

$$s(I_1) = 1,276$$

$$\omega \frac{V/4 \text{ postop.}}{V/4 \text{ postop.}} = 2,50$$

$$s^2 \quad " \quad = 0,310$$

$$s \quad " \quad = 0,557$$

Gruppe B (Diabetes):

$$I_1 = + 0,68$$

$$s^2(I_1) = 2,101$$

$$s(I_1) = 1,449$$

$$\omega \frac{V/4 \text{ postop.}}{V/4 \text{ postop.}} = 2,733$$

$$= 0,124$$

$$= 0,357$$

Gruppe C (Myopie):

$$I_1 = + 0,10$$

$$s^2(I_1) = 0,631$$

$$s(I_1) = 0,795$$

$$\omega \frac{V/4 \text{ postop.}}{V/4 \text{ postop.}} = 2,392$$

$$= 0,285$$

$$= 0,535$$

Gruppe D (übrige Aphake):

$$I_1 = + 0,91$$

$$s^2(I_1) = 1,833$$

$$s(I_1) = 1,354$$

$$\omega \frac{V/4 \text{ postop.}}{V/4 \text{ postop.}} = 0,739$$

$$= 0,107$$

$$= 0,327$$

Tabelle II

Vergleiche der Gruppen A - D untereinander.								
Die Differenz der prä- zu den postoperativen Gesichtsfeldern					postoperative Gesichtsfelder in ω			
Gruppe	$s^2_{\bar{x}}$				$s^2_{\bar{x}}$			
A	0,1629				0,0310			
B	0,1751				0,0103			
C	0,0451				0,0204			
D	0,0286				0,0017			
Diff.	Δ	s^2_{Δ}	s_{Δ}	t	Δ	s^2_{Δ}	s_{Δ}	t
A-B	-0,17	0,3380	0,58	0,29	-0,23	0,0413	0,203	1,13
A-C	+0,41	0,2080	0,46	0,89	+0,11	0,0514	0,227	0,48
A-D	-0,40	0,1915	0,44	0,91	-0,24	0,0327	0,181	1,32
B-C	+0,58	0,2202	0,47	1,23	+0,34	0,0307	0,175	1,94
B-D	-0,23	0,2037	0,45	0,51	-0,01	0,0120	0,110	0,09
C-D	-0,81	0,0737	0,27	3,00	-0,35	0,0221	0,149	2,35

IV. Die Korrektur der Aphakie und ihr Einfluß auf das Gesichtsfeld.

Die Refraktionsdifferenz des Auges beträgt vor und nach Kataraktoperationen nach G u l l s t r a n d 19,1 Dioptrien.

Bei dem üblichen Probierbrillengestell besteht ein Spielraum von 25 mm für das Brillenglas, das bei uns einen Durchmesser von 37,5 mm hat. E r g g e l e i t hat in einer Kurve die Abhängigkeit des Korrektionswertes in Dioptrien vom Glasort bei Verschiebung desselben um 1 mm nach vorn oder hinten angegeben. Daraus ist zu ersehen, daß bei -20,0 D. ein Unterschied bis zu 0,25 D.,

bei +20,0 D. ein Unterschied bis zu 0,05 D. besteht.

Beim Wert von $\pm 10,0$ D. treten nur ganz geringe Schwankungen auf, die zu vernachlässigen sind.

Ist der Abstand des Brillenglases vom Auge $e=12$ mm, so muß das Glas 11,2 D. beim vorher emmetropen Patienten haben (G r a f f).

Infolge des Einflusses der Korrekturlinsen auf das Gesichtsfeld ergibt sich bei +Gläsern eine ringförmige Defektzone, beim -Glas eine ringförmige Zone des Doppeltsehens, proportional der Dioptrienzahl zu- bzw. abnehmend. C o m b e r g hat zwei Kurven für Ausfälle von 20 cm Durchmesser für verschiedene Dioptrien gezeichnet und dabei festgestellt, daß für ein Starglas von +10,0 D. z.B. schon in 1 m Entfernung ein Ringdefekt von 20 cm entsteht.

Bei Stargläsern nimmt die Abbildungsschärfe in den Randpartien durch prismatische Verzerrung außerdem erheblich ab. Zusätzlich kommt meist ein inverser Astigmatismus, der die Zugabe eines Zylinders notwendig macht; dadurch nehmen die Abbildungsfehler in der Randzone weiter zu. Deshalb sind der Größengestaltung der Stargläser Grenzen gesetzt: 38 mm Scheibendurchmesser bei + 10,0 D. (H a g e r). Eine Vergrößerung der Gläser würde für Aphake eine Verschlechterung des noch benutzbaren peripheren Gesichtsfeldes bedeuten. Auch im Blickfeld treten durch prismatische Aberration in den Randpartien Einschränkungen auf. Besonders behindert sind Starglasträger im Straßenverkehr und auf Treppen. Sie müssen den Kopf statt um 18° um 46° vorneigen und versuchen, durch Kopfbewegungen, diese Behinderung auszugleichen (H a g e r). Die Versorgung einseitig Aphaker mit einem Starglas scheitert an der Größendifferenz der Netzhautbilder, die bei präoperativ emmetropen Patienten ungefähr 30% beträgt (H a r t i n g e r). Diese Größendifferenz wird durch Haftschalen auf 5,5 bis 9 % (B u d d e, M a c k e n s e n) und 8 % (O g l e, B u r i a n, B a n n o n) reduziert. Dabei kann sogar ein brauchbares binokulares und

stereoskopes Sehen in manchen Fällen erreicht werden; nach B u d d e und M a c k e n s e n bei 50 Patienten nur 3 mal, gleich 6 %, während B r o n n e r und G e r h a r d bei 73 Patienten in 28 % Erfolg hatten.

Von den 100 geprüften Augen hatten 24 die kleine Marke 1/4 bereits ohne Korrektion (s.c.) erkannt. Diese gleichen Patienten gaben, auskorrigiert mit einem Star-glas, ein um durchschnittlich 0,48 kleineres Gesichtsfeld für die gleiche Marke an.

I_2 = Differenz vom korregierten gegenüber dem unkorrigierten Gesichtsfeld.

$$I_2 = - 0,48$$

$$s^2_x = 0,183$$

$$s_x = 0,428$$

$$s_{\bar{x}} = \pm 0,087$$

Sodann wurden 74 Patienten mit Korrektion (c.c.) perimetriert:

$$\omega_{c.c.} = 0,682$$

$$s^2(I_2) = 0,035$$

$$s = 0,19$$

Das ergibt also ein Gesichtsfeld von 0,68 oder 26,9°.

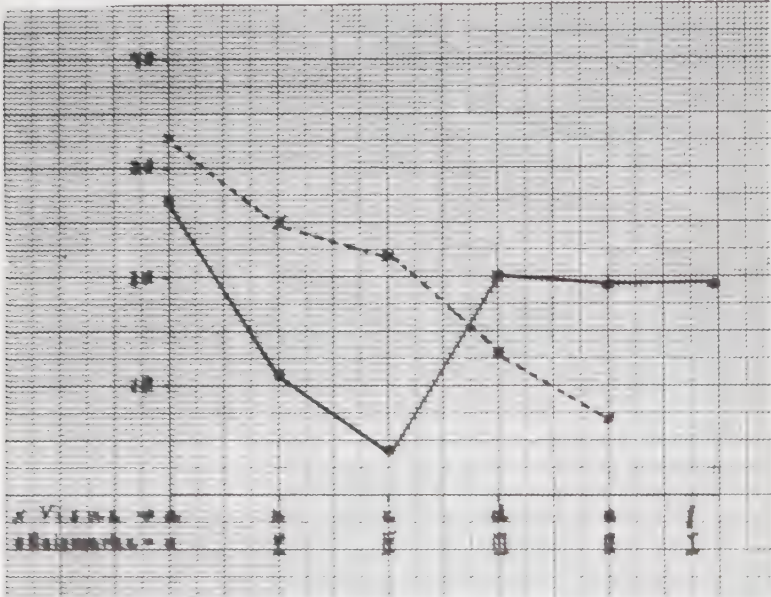
V. Besprechung der Ergebnisse.

Beim Vergleich vom Sehvermögen mit den Gesichtsfeldern in Tabelle I kann man vor der Kataraktextraktion einen geradlinigen Abfall der Häufigkeit der Visuswerte zu den schlechteren hin beobachten, während die Gesichtsfeldwerte eine weite Streuung über das ganze Feld zeigen, wobei sogar die beiderseitigen Extremwerte häufiger als die in der Mitte gelegenen vertreten sind. Die Divergenz der Verteilungen von Visus und Gesichtsfeld ist vermutlich durch die Art der Linsentrübung zu erklären. Die Speichentrübung und bräunliche Kerntrübung vermindert den Fern- und Nahvi-

sus annähernd in gleichem Maße, während z.B. die hintere Schalentrübung häufig den Nah- schneller als den Fernvisus reduziert.

Abb. 1

Vergleich der präop. Visus- und Gesichtsfeldwerte.



Visuseinteilung in der Abzisse:

Ordinate:

Gruppe a = L + P + - F.Z.

Anzahl der Augen.

" b = 1/50 - 1/35

" c = 1/25 - 1/15

" d = 1/10 - 5/35

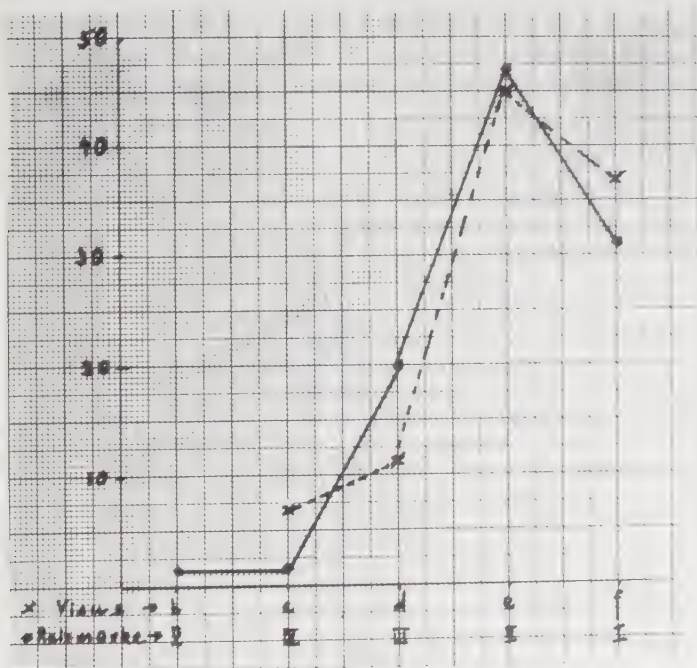
" e = 5/25 - 5/10

" f = 5/7 - 5/4

Nach der Operation hingegen verlaufen Visus und Gesichtsfeld fast gleichsinnig, d.h. also miteinander positiv korreliert, wie aus Abb. 2, aufgezeichnet nach Tabelle I, zu entnehmen ist.

Abb. 2

Vergleich der postop. Visus- und Gesichtsfeldwerte.



Die postop. Gesichtsfelder der Männer und Frauen getrennt untersucht zeigten, wie bereits gesagt, einen so geringen Unterschied, daß wir sie zusammen weiteruntersuchten und eine durchschnittliche Verbesserung um $\sim = 0,7$ (in diesem Falle 2°) errechneten, wobei eine Wahrscheinlichkeit von 71 % dafür gefunden wurde, daß überhaupt eine Erweiterung der Außengrenzen stattfand. Diese waren nach der Operation mit der Marke $V/4 = 55,2^\circ$ ($\sim = 2,7$), wenn man sich das Gesichtsfeld als Kreis denkt. Dieser Wert entspricht dem Gesichtsfeld eines jungen Menschen von 20-30 Jahren mit der Reizmarke $I/3$. Damit wäre es nach dem Diagramm von Goldmann auf

1/128 gegenüber dem normalen Gesichtsfeld herabgesetzt. Zieht man aber die 6 Patienten im Alter von 60-70 Jahren, für die G o l d m a n n Durchschnittswerte angegeben hat, zum Vergleich heran, so wäre die Lichtunterschiedsempfindlichkeit der peripheren Netzhautbezirke gegenüber der Norm auf 1/64 herabgesetzt. Dieses Ergebnis stimmt mit dem von H a r m s überein, nach dem bei Aphakie die Funktion im Zentrum und in der Peripherie im gleichen Maße herabgesetzt ist.

Tabelle III
Umrechnung von ω in Grad.

ω	Grad
0,5	23,0
0,68	26,9
1,0	32,8
1,5	40,4
2,0	47,0
2,5	53,0
2,7	55,2
2,9	57,4
3,0	58,5
3,5	63,7
4,0	68,7
4,5	73,5
5,0	78,2

Eine Untersuchung über die Altersabhängigkeit der Lichtunterschiedsempfindlichkeit der peripheren Netzhautanteile ergab einen Regressionskoeffizienten von - 0,009 ($t = 2,4$) ; d.h. pro Jahr ist durchschnittlich mit einer Verkleinerung der Gesichtsfeldaußengrenzen postoperativ um $\omega = 0,009$ zu rechnen, das wäre in 10 Jahren $\omega = 0,1$ (in diesem Falle 1°), statistisch gesichert für das Alter von 60 - 80 Jahren.

Die Aufteilung der Patienten in 4 Gruppen von Patienten: Aphakie mit Glaukom (A), Diabetes mellitus (B), Myopie (C) und übrige Aphake (D) brachte ein interessantes Resultat. Die Gruppen A und B waren etwas zu klein um statistisch signifikante Ergebnisse zu zeigen. Es war aber bei beiden nach der Kataraktextraktion eine geringe Gesichtsfelderweiterung zu verzeichnen, die auch L a u b e r bei seinen beiden glaukomatösen Patienten beschrieben hatte. Sie war jedoch mit $\omega = 0,5$ und $\omega = 0,7$ kleiner als bei Gruppe D, bei der sie $\omega = + 0,91$ betrug. Die Gesichtsfelder der Gruppen A und B mit $\omega = 2,5$ und $\omega = 2,7$ waren natürlich auch kleiner als das der Gruppe D mit $\omega = 2,9 = 57,4^\circ$.

Die Gruppe C mit 14 Patienten zeigte prae- und postop. fast die gleichen Werte von $\omega = 2,3$ bzw. $\omega = 2,4$; es war nur eine sehr geringe Vergrößerung von $\omega = 0,1(1^\circ)$ zu beobachten. Dieses Ergebnis stimmt also nicht überein mit den Untersuchungen von W e i s s, O t t o, P f l ü g e r, G e l p k e und B i h l e r, die alle eine erhebliche Visus- und Gesichtsfeldverbesserung mitgeteilt hatten. Allerdings kann der im eigenen Material erhaltene Durchschnitt von $\omega = + 0,10$ durch den Zufall kleiner Zahlen beeinflusst sein, $s_{\bar{x}} = \pm 0,21$. Hieraus ergibt sich, daß mit einer Wahrscheinlichkeit von 95,5% der Wert, den man an einem sehr großen Beobachtungsgut erhielte, in den Grenzen zwischen $\omega = - 0,32$ und $\omega = + 0,52$ läge; die Wahrscheinlichkeit dafür, daß der genannte obere Grenzwert überschritten würde, beträgt nur 2,3 %.

Abschließend wäre also zu sagen, daß die Kataraktoperation neben der Visusverbesserung meistens eine, wenn auch unterschiedlich große Gesichtsfelderweiterung bringt. Der praktische Wert war bereits in der Einleitung bei der Untersuchung einseitig Aphaker am Arbeitsplatz dargelegt worden.

Schließlich war es noch wichtig zu erfahren, wie stark die Gesichtsfeldeinschränkung durch eine Brille bei aphaken Augen wird. 24 Patienten waren ohne und mit Korrektur postop. mit der Reizmarke I/4 untersucht und verglichen worden, dabei hatte sich eine Verkleinerung um $\omega = 0,5$ herausgestellt. Dann wurden 74 Augen mit Korrektur mit der gleichen Reizmarke perimetriert. Das Ergebnis war durchschnittlich ein Gesichtsfeld von nur $\omega = 0,68$ oder $26,9^\circ$.

VI. Zusammenfassung.

Nach einer Literaturübersicht über die geschichtliche Entwicklung wurden die Grundbedingungen für die moderne Perimetrie dargelegt.

Wir untersuchten 100 Augen vor und nach der Kataraktoperation, die in Lokalanästhesie, bei 85 % mit Zonulolyse durch Quimoträse oder Trypsin, durchgeführt wurde. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 70,7 Jahre, da der größte Prozentsatz der grauen Stare natürlich Altersstare sind.

Der Vergleich der prae- und postop. Visus- und Gesichtsfeldergebnisse zeigt, daß nach der Operation eine deutliche positive Korrelation zwischen Visus und Gesichtsfeld besteht. Es wurde eine Gesichtsfelderweiterung um $\omega = 0,7$ im Durchschnitt erreicht, so daß das postop. Gesichtsfeld mit der Marke V/4 = $55,2^\circ$ ($\omega = 2,7$) groß wurde. Einen interessanten Aufschluß ergab dabei die Gliederung in 4 Gruppen von Glaukom, Diabetes, Myopie und eine Gruppe der übrigen Augen, da deutlich wurde, daß bei Myopie das Gesichtsfeld fast gleich blieb. Glaukomatöse, diabetische und übrige Aphake zeigten hingegen eine Verbesserung der Außengrenzen gegenüber vorher. Die Bedeutung des Lebensalters spielt insofern eine Rolle, als nach dem 60. Jahr bei Aphaken zumindest die Lichtunter-

schiedsempfindlichkeit abnimmt und die Gesichtsfeld-
außengrenzen pro Jahr um fast $\omega = 0,01$ enger werden;
das ist für die Aphakie für das Alter zwischen 60-80
Jahren sicher signifikant berechnet worden. Eine
deutliche Einschränkung des Gesichtsfeldes bringt je-
doch die Korrektur. Selbst mit großen Probiergläsern
von 37,5 mm Durchschnitt wird das Gesichtsfeld mit
der Marke I/4 auf $26,9^\circ$ eingeschränkt.

VII. Literaturverzeichnis.

- Bair, H. L. Some fundamental physiologic principles in study of the visual field. Arch. ophthalm. 24, 10 (1940);
- Bartels, M. Einseitige Aphakie. Klin. Mbl. Augenhk. 102, 854-858 (1939);
- Bjerrum, J. zit. bei Lauber.
- Broendstrup, P. Acta Ophthalm. 22, 311 (1944)
- Bronner A. und Gerhard J. F. Binokularsehen bei einseitiger, mit Haftsclalen korrigierter Aphakie. Bull. Soc. Ophthalm. Fr. 1959, 703-706, ref. Zbl. ges. Ophth. 80, 176 (1960);
- Buße, E. und Meckensen, G. Zur Korrektur der einseitigen Aphakie mit H.-Kontaktsclalen. Klin. Mbl. Augenhk. 143, 5 (1963);
- Carmi, A. ricerca sul campo visivo in alta montagna in rapporto alla fatica. Ann. Ottalm. 54, 1108 (1926)
- Comberg, W. Soll ein einstg. am grauen Star erkrankter Mensch operiert werden? Schweiz. med. Wschr. 18, 779-780 (1937);
- ders. Der Ringdefekt im Gesichtsfeld des Brillenträgers. Klin. Mbl. Augenhk. 107, 585 (1941);
- ders. Untersuchungsmethoden "Lichtsinn" Der Augenarzt 2, 147-191 (1955)
- Comberg, W. und Rauhut, H. Einfache Lichtsinnuntersuchungen. Klin. Mbl. Augenhk. 104, 104, (1940);
- Donders, F. C. Die Grenzen des Gesichtsfeldes in Beziehung zu denen der Netzhaut. Graefes Arch. Ophth. 23, 2, 255-280 (1877)
- Erggeleit, H. Refraktion, Akkomodation und Brillenlehre. Kurztes Lehrbuch. Ophth. Schisch-Bruckner, 160-204 (1932);
- Ferree, J. C., Rand, J. L. und Monro, J. L. Studien in perimetry. A. u. u. O. J. 1, 5 (1906);
- Ferree, J. C. u. Rand, J. Arch. J. u. u. O. J. 5, 455 (1907);

- Ferree, C.E. und Rand, G. Brit. J. Ophth. 20, 331-346 (1936)
- Förster, R. a. Hirschberg im Graefe-Saemisch Handbuch 2, XV (2), 159-170.
- Frankhauser, F. u. Schmidt, Th. Untersuchungen räuml. Summation. Ophthalmologica 135, 660-666 (1958)
- Freudenberg, K. Grundriß der medizinischen Statistik. (1962);
- Gasteiger, H. Über die Rente bei einstg. Linsenlosigkeit. Klin. Mbl. Augenhk. 123, 598 (1953);
- Gelpke, Th. u. Bihler, W. Die operative Behandlung der myopen Schwachsichtigkeit. Archiv für Augenhk. 28 (1897);
- Goldmann, H. u. Schubert, G. Untersuchungen über das Gesichtsfeld bei herabgesetztem O₂-Druck der Atmungsluft. Archiv für Augenhk. 107, 216 (1933)
- Goldmann, H. Grundlagen exakter Perimetrie. Ophthalmologica 109, 57-79 (1945);
- ders, Demonstration des neuen Perimeters. Ophthalmologica 111, 187-192 (1946);
- v. Graefe, A. Über die Untersuchung des Gesichtsfeldes bei amblyopischen Affektionen. Graefes Arch. Augenhk. 2, 258 (1856);
- Gurvic, B. G. für rot bei versch. Intelligenzgruppen. Russk. oftalm. Z. 8, 203-205 (1928); ref Zbl. ges. Ophth. 20, 837 (1929);
- Graff, Th. Messung augen- und brillenopt. Größen. (1960)
- Hager, G. Klin. Mbl. Augenhk. 139, 317 (1961); Das G. bei Brillenträgern.
- ders. Folgerung für die Herstellung von Rahmen. Klin. Mbl. Augenhk. 139, 543-553 (1961);
- Harms, H. Obj. Perimetrie. Ber. 53. ZUSammenkunft DOG Dresden 1940.
- ders. Entwicklungsmöglichkeiten d. Perimetrie. Graefes Arch. für Augenhk. 150, 28-57 (1950);

- Harms, H. Der prakt. Wert einer genauen Gesichtsfeldbestimmung (1959)
Klin. Mbl. Augenhk. 135, 589-590
- ders. Klin. Mbl. Augenhk. 125, 492-493
(1954);
- ders. Neue Methoden der Perimetrie.
Zeitfragen der Augenhk. 369-
388 (1954);
- Hartinger, H. Zur Haftglasberichtigung lin-
senloser Augen. Klin. Mbl. Au-
genhk. 85, 584 (1930);
- Hirschberg, J. Geschichte der Augenhk. im
Altertum. Handbuch der Augen-
hk. Graefe-Saemisch XII 2, 167-
346 (1899);
- ders. Geschichte d. A. in der Neu-
zeit. XIV 1, 459-460 (1911);
- Jaensch, P. A. Klin. Mbl. Augenhk. 120, 411
(1952);
- ders. Das augenärztliche Gutachten.
109-119 (1958);
- Jung, J. Klin. Mbl. Augenhk. 121, 356-
358 (1952);
- Kyrieleis, W. Gibt es eine physiologische
Aufmerksamkeitsschwäche der
nasalen Gesichtsfeldperipherie?
Archiv f. Augenhk. 109, 190-
194 (1936);
- Kyrieleis, W. und A. und
Siegert, P. Untersuchungen über das G. bei
Sauerstoffmangel und bei Un-
terdruck. Archiv f. Augenhk.
109, 178-189 (1936);
- Landolt, E. und
Hummelsheim, E. Die Untersuchungen der Funk-
tionen des excentrischen
Netzhautgebietes. Handbuch
der Augenhk. Graefe-Saemisch
IV 1, 503-583 (1904);
- Lauber, H. Der Einfluß von Medientrü-
bungen auf das G. Graefes
Archiv 140, 687 (1939);
- ders. Das Gesichtsfeld. Augenhk. der
Gegenwart. (1944)
- Linnen, H. J. Klin. Mbl. Augenhk. 124, 124 (1959)

- Meller, J. über postop. und spontane Chorioidealektomie. Graefes Arch. 80, 170-205 (1912);
- zur Weeden mds bei einstg. Linsenlosigkeit. Klin. Mbl. 123, 601-604 (1953);
- ders. Klin. Mbl. 124, 594-595 (1954);
- Ogle, K. N., Burian, H. M., Bannan, R. E. On the correction of unilateral aphakia with contact lenses. A. M. A. 59, 639-652 (1953)
- Otto, F. Beobachtungen über hochgradige Kurzsichtigkeit und ihre op. Behandlung. Graefes Archiv 42, 323-474 (1897);
- Pape, R. Sozialstatistische Erhebungen aus den Katakamnen einseitig aphaker Unfallverletzter. Klin. Mbl. 139, 563-571 (1961);
- Pape, R., Lotter, R. Die berufliche Wiedereingliederung der einstg. linsenlosen Unfallverletzten. Klin. Mbl. 143, 582-589 (1963);
- Petronio, G. Compartimento della soglia dell'eccitamento luminoso e del campo visivo in soggetti affaticati. Arch. ottalm. 47, 19-232 (1940), ref. Zbl. ges. Ophth. 46, 230 (1940);
- Pflüger, E. Die op. Beseitigung der durchsichtigen Linse. Ref. Zbl. ges. Ophth. 1900, 348-349;
- Rönne, H. G. studien über das Verhältnis zwischen periph. Sehschärfe und Farbensinn. Klin. Mbl. 49, 154-184 (1911);
- ders. Theorie u. Technik der Bjerrum's Gesichtsfelduntersuchung. Arch. f. Augenhk. 78, 284-301 (15);
- ders. über klinische Perimetrie. Arch. f. Augenhk. 87, 137-141 (21);

- Rohen, J.W. Besonderheiten der peripheren
Retina. Handbuch der mikrosko-
pischen Anatomie 111, 4. Teil,
106-108 (1964);
- Schmidt, Th. Perimetrie relativer Skotome.
Ophthalmologica 129, 303-315
(1955);
- Schober, H. Methoden und Geräte zur Unter-
suchung des G. Der Augenerzt 11
193-215 (1959);
- Young, Th. On the mechanism of the eye.
Ref. Handbuch der Augenhk. XIV,
3. Buch, 459-466 (1911);
- Weiß, L. Über das G. der Kurzsichtigen.
Ref. Zbl. ges. Ophth. 1899,
148-151!

L e b e n s l a u f.

Am 17.3.1931 wurde ich in Berlin als Tochter des Kaufmanns Georg Huber und seiner Ehefrau Alida Huber geboren.

Nach Besuch der Volksschule in Berlin-Steglitz und der Oberschule in Steglitz und Lichterfelde machte ich im Juni 1949 mein Abitur.

Als Vorbereitung zur Schwesternausbildung arbeitete ich im Haushalt, in der Säuglingspflege und Jugenderziehung. Die Krankenpflegeausbildung im Ev. Diakonieverein dauerte zwei Jahre und schloß mit dem Examen im August 1952 ab. Danach begann ich im Wintersemester des gleichen Jahres das Medizinstudium an der Freien Universität Berlin. Im Sommer 1953 mußte ich es unterbrechen und arbeitete wieder als Schwester. Erst im Wintersemester 1955 setzte ich das Studium fort und beendete es im August 1961 mit dem Staatsexamen.

Meine Medizinalassistentenzeit begann ich im Städt. Krankenhaus Wilmersdorf auf der Inneren Abteilung, setzte sie dann im gleichen Hause auf der Gynäkologischen Abteilung fort und arbeitete schließlich in der Chirurgischen Klinik des Gertrauden-Krankenhauses.

Seit März 1963 bin ich in der Universität-Augenklinik der Freien Universität Berlin im Westend-Krankenhaus tätig und möchte hier auch meine Fachausbildung beenden.

Herrn Dr. Dr. K. F r e u d e n b e r g, Direktor
des Institut für Med. Statistik, bin ich für die
Beratungen bei der statistischen Berechnung der
Untersuchungsergebnisse zu großem Dank verpflichtet.

Die planimetrischen Ausmessungen wurden von Mr.
J.J. R e n n i l s o n im Rechenzentrum Los
Angeles USA vorgenommen, dem ich dafür an dieser
Stelle ebenfalls meinen Dank aussprechen möchte.

